

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotekehitys

2017

Tuukka Pakarinen

ASETUSAIKOJEN LYHENTÄMINEN KONEISTUKSESSA

Tuukka Pakarinen

ASETUSAIKOJEN LYHENTÄMINEN KONEISTUKSESSA

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää ja löytää keinoja asetusaikojen lyhentämiseen Polarteknik Oy:n koneistusosastolla. Asetustyö koostuu työpisteellä suoritetuista toimenpiteistä, jotka vaaditaan tuote-erästä toiseen vaihtamiseen. Tähän kuluvan ajan tulisi olla mahdollisimman pieni, jos halutaan valmistaa taloudellisesti järkevästi pieniä eräkokoja. Ne taas ovat vaatimuksena tämän hetkessä kilpailussa asiakasvaatimuksista suoriutumiselle. Asetusaikojen lyhentäminen vähentää myös epämukavaa asetustyötä ja näin ollen parantaa viihtyvyyttä työpaikalla.

Työssä esitellään paljon tuotannon tehostamiseen liittyvää teoriaa, joka luo pohjan asetusaikojen lyhentämisen toteuttamiselle ja sen hyötyjen ymmärtämiselle. Suurin osa tuotannon tehostamisessa käytetyistä työkaluista ja menetelmistä on syntynyt Japanissa kehitetyn Toyotan tuotantojärjestelmän pohjalta. Varsinkin 5S:n ja hukan eliminoimisen filosofioita on mietitty ja käytetty työn aikana paljon. 5S on viisivaiheinen, siisteyttä ja järjestystä edistävä työkalu. Hukan eliminoimisessa keskitytään kaiken lisäarvoa tuottamattoman työn karsimiseen tuotantoprosesseista.

SMED-menetelmä on selkein työkalu asetusaikojen lyhentämiseen. Sen pääperiaatteena on tunnistaa ulkoinen ja sisäinen asetus aika ja siirtää sisäistä asetustyötä ulkoiseksi. Sisäinen asetus aika koostuu asetustöistä, jotka tapahtuvat koneiden ollessa pysähdyksissä, kun taas ulkoinen asetus aika kuluu jalostavan työn ollessa käynnissä.

Esitellyn teorian sekä työpisteiden lähemmän tarkastelun pohjalta saadut työn tulokset ovat pääasiassa parannusehdotuksia tulevan varalle. Työn antina on muun muassa kehitetty parannuksia työpisteiden järjestämiseksi 5S-ohjelmalla ja pohdittu uuden teknologian hyödyntämistä. RFID-teknologian avulla nopeutetaan asetusmittojen viemistä esiasetuslaitteelta koneelle. AviX-ohjelmistotyökalulla taas saadaan asetusten nykytilasta selkeä ja visuaalinen kuva.

ASIASANAT:

asetusaika, koneistus, tuotannon tehostaminen

Tuukka Pakarinen

SHORTENING OF THE SETUP TIMES OF MACHINING

The aim of this thesis was to examine and find ways to shorten the setup times in the machining unit of Polarteknik Oy. The setup work composes procedures which are done for changing from another product batch to another. This time spent for this should be as short as possible to manufacture economically reasonable batch sizes. Small batch sizes are required for managing customer expectations and surviving in today's competition. The shortening of the setup times reduces uncomfortable setup work and therefore improves general satisfaction at workplace.

The thesis introduces an extensive amount of theory of intensifying production, which facilitates to shorten setup times and to understand the benefits of that. Most of the tools and methods used to enhance production are based on Japanese Toyota Production System. Especially the procedures of 5S and removing waste from production were pondered and used a lot during the making of this Thesis. 5S is a five-step tool for advancing cleanness and order at workplace. The elimination of waste is focused on removing all non-value adding work from production.

The most distinctive tool for shortening setup times is the SMED system. Its main principle is to recognize external and internal setup time and to move internal setup work to external. The internal setup time consists of set up work performed during the machines are idle and external setup time elapses while manufacturing is going on.

The results of this thesis are mainly suggestions for future improvements. Based on the familiarized theory and exploring of the workstations, the thesis offers suggestions for improvements for ordering the workspace and presents plans for utilization of new technologies.

KEYWORDS:

setup time, machining, efficiency of production

SISÄLTÖ

LYHENTEET JA TERMIT	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Työn tavoitteet ja eteneminen	7
1.2 Polarteknik Oy	7
1.3 Tuotantokoneet	9
2 TUOTANNON TEHOSTAMINEN	11
2.1 Läpäisy aika	11
2.2 Erä koko	11
2.3 Toyota Production System ja Lean	12
2.3.1 Hukan eliminointi	12
2.3.2 Tuotannon virtaus	14
2.3.3 Value Stream Mapping (VSM)	14
2.3.4 5S	15
2.3.5 JOT-tuotanto	16
2.4 Tuotantojärjestelmän joustavuus	16
3 ASETUKSET	17
3.1 Asetusaikojen lyhentäminen	17
3.1.1 RFID	18
3.1.2 SMED	19
4 TOIMENPITEET JA PARANNUSEHDOTUKSIA	22
4.1 Järjestys ja siisteys	22
4.2 RFID:n käyttöönotto	23
4.3 Nykyisten asetusten uudistaminen	24
4.4 AviX SMED	25
4.5 Pienempiä uudistusideoita	25
5 YHTEENVETO	27
LÄHTEET	28

LIITTEET

Liite 1. Balluff-esite RFID-teknologian käyttöönotosta. (Balluff 2014).

KUVAT

Kuva 1. Polarteknik Oy:n tehdas Huittisissa (Polarteknik Oy 2017).	8
Kuva 2. Mazak Integrex 300Y -monitoimisorvi.	9
Kuva 3. Mazak Quick Turn Nexus 250-II MSY -sorvauskeskus.	10
Kuva 4. Hukka kuorma-auton alustan kokoonpanossa (Liker 2006, 28).	13
Kuva 5. Asetusaikojen lyhentäminen teoriassa (Lapinleimu 2001, 132).	18
Kuva 6. Läpäisyajan lyhentäminen siirtämällä sisäisiä asetuksia ulkoisiksi (Peltonen 1998).	20
Kuva 7. Malli työkaluseinälle.	22

LYHENTEET JA TERMIT

5S	Viisivaiheinen menetelmä hukan poistoon parantamalla siis- teyttä ja järjestystä.
Arvovirta	Koostuu kaikesta toiminnasta, joka tehdään tuotteelle tilauk- sen saamisesta asiakkaalle lähettämiseen.
Imuohjaus	Tuotannonohjausmenetelmä, jossa tuotetaan tai täytetään syntynyt tarve juuri käytetylle osalle.
JOT	Juuri oikeaan tarpeeseen suunnattu tuotanto.
Lean	Asiakaslähtöinen ajatusmalli tuotannon prosessien johtami- seen.
RFID	Radio Frequency Identification, radiotaajuuksilla toimiva tek- niikka kohteen tunnistukseen.
SMED	Single-digit Minute Exchange of Die, työkalu asetusaikeiden lyhentämiseksi.
TPS	Toyota Production System, Toyotan tuotantojärjestelmä.
VSM	Value Stream Mapping eli arvovirtakuvaus on Lean-työkalu, jolla kartoitetaan tuotannon arvovirta.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoitteet ja eteneminen

Opinnäytetyön aiheena on asetustyöhön kuluvan ajan lyhentäminen koneistuksessa. Työ tehtiin Huittisiin Polarteknik Oy:lle, joka tuottaa juniin ovi- ja väliseinäjärjestelmiä sekä pneumatiikkaratkaisuja. Aihe annettiin yritykseltä, koska asetusajojen lyhentämisen mahdollisuuksien tarkastelu katsottiin tarpeelliseksi.

Työn tavoitteena on löytää keinoja ja laatia parannusehdotuksia asetusajan lyhentämiseksi yrityksen koneistusosastolla. Työssä valittiin tarkemmin käsiteltäväksi kahden koneistuskeskuksen asetustyöt mutta samalla perehdytään laajemmin myös koko osaston järjestykseen.

Lähteinä on käytetty tuotannon tehokkuuden lisäämiseen perustuvaa kirjallisuutta ja sähköisiä tiedonlähteitä. Työssä käydään läpi tuotannon tehostamiseen ja asetusajojen lyhentämiseen liittyvää teoriaa sekä näiden pohjalta on siirrytty toimenpiteisiin ja parannusehdotuksiin koneistusosaston asetustöiden nopeuttamiseksi.

1.2 Polarteknik Oy

PMC Polarteknik Oy Ab:n pneumatiikka ja Door Systems -divisioona Huittisissa eriytyi omaksi yhtiökseen 1. lokakuuta 2016 ja on nykyisin nimeltään Polarteknik Oy. Huittisten yksikkö (Kuva 1) on ollut toiminnassa jo 1970-luvulta lähtien. Tehtaalla työskentelee noin 100 henkilöä.



Kuva 1. Polarteknik Oy:n tehdas Huittisissa (Polarteknik Oy 2017).

Polarteknik suunnittelee, valmistaa ja toimittaa ovijärjestelmiä juniin ja on alallaan Euroopan suurimpia. Tuotantoon kuuluu junien ovijärjestelmien ja väliseinien lisäksi pneumatiikkatuotteet. Yrityksen huoltopalveluiden kirjo kattaa asennukset käyttöönottoineen, ennakoivan huollon, modernisoinnit sekä varaosien toimitukset. (Polarteknik Oy 2017.)

Pneumatiikan tuotejoukko vaihtelee yksittäisistä standardoiduista komponenteista ja erikoistuotteista asiakkaiden tarpeen mukaan räätälöityihin järjestelmiin. Tuotekehitysosaston asiantuntemus on merkittävässä roolissa järjestelmätoimituksissa ja erikoistuotteissa. Tuotteet edustavat korkeasta laadusta tunnettuja brändiyrityksiä.

Pneumatiikkatuotantoa toimitetaan liikkuvan kaluston laitevalmistajille, paperi-, kaivos- ja elintarviketeollisuuden koneenrakentajille sekä kompressorien valmistajille. Yrityksen valmistamiin paineilmakomponentteihin kuuluu laaja valikoima erilaisia venttiilejä ja sylintereitä sekä huoltolaitteita ja asennustarvikkeita.

Polarteknikin erikoisosaamiseen kuuluvia junien ovijärjestelmiä ja väliseiniä toimitetaan maailmanlaajuisesti tunnetuimmille junien valmistajille. Ovijärjestelmien tuotannossa vahvuuksina ovat kymmenien vuosien saatossa alalta karttunut kokemus sekä tuntemus asiakkaiden vaatimuksista ja tarpeista tiiviin yhteistyön seurauksena.

Huittisten Door Systems -yksikön pitkällä tuotekehityksellä tuloksena syntyneitä ovijärjestelmien valikoimaa yhdistää rakenteiden modulaarisuus, turvallisuus ja varioitavuus

erilaisiin tiloihin. Ovien korkealuokkainen paloturvallisuus perustuu huolelliseen koetukseen.

1.3 Tuotantokoneet

Työssä tutustuttiin nopeasti kaikkiin koneistusosaston koneisiin mutta keskitytään lopulta vain pariin niistä ajan rajaamiseksi. Vuonna 2001 hankitun Mazak Integrex 300Y:n (Kuva 2) tyypillisimpiin töihin kuuluvat oskillointisynterinin etu- ja takapäät mutta koneella työstetään paljon muitakin tuotteita. Monitoimisorvin suurin sorvaushalkaisija on 550 mm ja suurin sorvauspituus 1500 mm. Se toimii Mazatrol 640 MT -ohjauksella, ja karan maksimipyörimisnopeus on 3500 rpm. Työkalupaikkoja koneessa on 40 kappaletta, ja Y-akseli tarjoaa lisää mahdollisuuksia koneistukseen.



Kuva 2. Mazak Integrex 300Y -monitoimisorvi.

Mazak Quick Turn Nexus 250-II MSY -sorvauskeskuksella (Kuva 3) työstetään erilaisten venttiilien pienempiä osia, kuten mäntiä, lautasia, jousipesiä, kansia ja pohjia. Akselien

liikkeet ovat X-akselilla 230 mm, Y-akselilla 102 mm ja Z-akselilla 575 mm. Koneistusosaston uusimman koneen hankkimisvuosi on 2016, ja siinä on Mazatrol Matrix Nexus 2 -ohjaus. Kyseessä on erittäin monipuolinen kone, sillä se sisältää Y- ja C-akselit, apukaran sekä pyörivät työkalut, jotka mahdollistavat porauksen ja jyrsinnän. Työkalurevolverissa on tilaa 12 työkalulle. Pääkaran maksiminopeus on 4000 rpm ja apukaran 6000 rpm.



Kuva 3. Mazak Quick Turn Nexus 250-II MSY -sorvauskeskus.

2 TUOTANNON TEHOSTAMINEN

2.1 Läpäisy aika

Läpäisy aika kuvaa jonkin toimintakokonaisuuden alkamisesta sen valmistumiseen kuluva kokonaisaika. Siihen lukeutuu tilauksen kaikki vaiheet aina suunnittelusta toimitukseen asti. Tuotannossa on tähdättävä mahdollisimman lyhyeen läpäisy aikaan. Läpäisy aika muodostuu tuotteen valmistumisen työvaiheiden lisäksi paljolti myös odotusajasta, joka lisääntyy sitä mukaa mitä enemmän vaihteita työssä on. Lyhyillä läpäisy ajoilla voidaan pienentää keskeneräiseen tuotantoon sitoutunutta pääomaa sekä parantaa toimituskykyä. (Haverila ym. 2009, 401, 404.)

Asiakastyytyväisyyttä voidaan lisätä läpäisyajan hallinnalla. Lyhyet läpäisyajat pienentävät varastokustannuksia ja asiakasvaatimuksiin pystytään vastaamaan nopeasti. Tuotannon ajoittamiseen saadaan hankittua pelivaraa lyhyillä läpäisy ajoilla ja toimitusajat kutistuvat. Vaaditun toimitusajan alittuessa ylimääräinen aika voidaan käyttää tuotannon tasoittamiseen. Töiden järjestely helpottuu sitä mukaa, mitä enemmän lyhyiden läpäisy aikojen avulla kyetään tekemään tilauksia peräkkäin. Mikäli paljon tilauksia on tekeillä yhtä aikaa rinnakkain, niin keskeneräiseen tuotantoon joudutaan sitomaan enemmän pääomaa. (Lapinleimu ym. 1997, 55.) (Haverila ym. 2009, 406.)

2.2 Erä koko

Erä kokojen pienentämisestä on hyötyä monella saralla. Isoja eräiä valmistettaessa tuotantokoneet ovat pidempään varattuina ja läpäisy aika kasvaa. Suuret erät johtavat usein myös tuote- ja puolivalmisteverastojen kasvuun. Varastot olisi syytä pitää mahdollisimman tyhjinä, koska varastointi sitoo yritykseltä pääomaa. Asiakkaiden tilauksia ei ole suotavaa kerätä pidemmältä ajalta toimitusaikojen takia. Eräkoon tuleekin olla vain näkyvissä olevan tarpeen suuruinen, mikä puoltaa erien pienentämistä. Lyhyet asetusajat mahdollistavat erä kokojen pienentämisen, sillä hitaalla asetustenteolla pienet erät eivät ole taloudellisesti kannattavia. Asetuksia tehdään kerran yhtä erää kohti. (Lapinleimu ym. 1997, 58–59.)

2.3 Toyota Production System ja Lean

Toyota Production System eli TPS on Japanissa Toyotan tehtailla alkunsa saanut järjestelmä, jonka tarkoituksena on erilaisilla ajatusmalleilla ja tekniikoilla parantaa valmistuksen tuottavuutta. Sen periaatteiden pohjalta on syntynyt myös lean-ajattelu, joka on nykyään trendikäs asiakaslähtöisen prosessijohtamisen työkalu yritysten tuotannon kehittämiseen. James Womack ja Daniel Jones esittelivät lean-termin ensimmäistä kertaa kirjoissaan 1990-luvulla ja määrittelivät Lean Thinking -teoksessa lean-tuotannon viideksi perusperiaatteeksi:

- Asiakas määrittää arvoa tuottavan toiminnan.
- Määritä arvovirta ja eliminoi arvoa tuottamatonta toimintaa.
- Järjestä jäljelle jääneet vaiheet arvovirrassa prosessin katkeamattomaksi virtaukseksi.
- Luo imuohjaus asiakkaan välittömän tarpeen mukaan.
- Tavoittele erinomaisuutta ja kehitä toimintaa jatkuvasti.

TPS:n perustaja Taiichi Ohno tiivistä lean-yrityksen päämäärää sanomalla Toyotan keskittyvän vain aikajanaan, joka alkaa asiakkaalta saadusta tilauksesta ja loppuu, kun tilauksesta saadaan rahat. Tätä aikajanaa pyritään lyhentämään poistamalla lisäarvoa tuottamatonta hukkaa. (Liker 2006, 7–8.)

2.3.1 Hukan eliminointi

Toyotan tuotantojärjestelmän yhtenä tärkeimmistä filosofioista asetustöiden nopeuttamisenkin kannalta voidaan pitää arvoa tuottamattoman toiminnan eli hukan poistamista tuotannon ympäriltä. Toyotan mukaan hukan seitsemän tyyppiä ovat:

1. Ylituotanto: Valmistetaan tilaamattomia tuotteita tai osia. Tämä kasvattaa varastoja ja kerryttää kuljetus-, varasto- ja henkilöstökustannuksia. TPS:n mukaan on parempi pysäyttää koneet ja antaa niiden olla kuin valmistaa ylituotantoa.
2. Odottelu: Työntekijät joutuvat odottamaan toimettomana jotakin tuotteen valmistusprosessin vaihetta.
3. Tarpeeton kuljettelu: Kaikenlaista keskeneräisten ja valmiiden tuotteiden sekä materiaalien tai osien kuljettelu tulisi välttää mahdollisuuksien mukaan.

4. Ylikäsittely tai virheellinen käsittely: Laadukkaampien tuotteiden valmistaminen kuin on tarpeen. Tuotteen käsittelyssä tarpeettomien vaiheiden tekeminen. Tehoton käsittely huonon työkalun tai tuotesuunnittelun takia.
5. Tarpeettomat varastot: Ilman tilausta varastoidut valmiit hyödykkeet, keskeneräiset tuotteet ja liika raakamateriaali. Niistä voi olla seurauksena vahingoittuneet tuotteet, kuljetus- ja varastointikustannukset, pidentyneet läpäisyajat, vanhentuneisuus sekä tuotannon epätasapaino.
6. Tarpeeton liikkuminen: Työntekijöiden suorittama turha liikkuminen, kuten kaikenlainen etsiminen, kävely, kurkottelu ja pinoaminen ovat hukkaa.
7. Viat: Lisäarvoa tuottamatonta työtä ovat viallisten osien tuottaminen, korjaaminen, uudelleentyöstäminen, pois heittäminen ja tarkastelu. Hyvällä suunnittelulla voidaan välttää vikojen ilmaantumista. (Liker 2006, 8, 28–29.)

Tämän lisäksi Jeffrey Liker (2006, 29) listaa kahdeksanneksi hukan tyypiksi työntekijän luovuuden käyttämättä jättämisen. Työntekijän taitoja ja ideoita ei pystytä hyödyntämään, mikäli häntä ei kuunnella. Yllättävän suuri osa tuotannossa tapahtuvasta työstä on lisäarvoa tuottamatonta. (Kuva 4.)



Kuva 4. Hukka kuorma-auton alustan kokoonpanossa (Liker 2006, 28).

2.3.2 Tuotannon virtaus

Virtaus voidaan selittää prosessin toimintaketjuna, joka alkaa asiakkaan tekemästä tilauksesta, jatkuen juuri tilauksen vaatiman määrän raaka-aineiden ja komponenttien noudolla, jonka jälkeen työntekijät valmistavat tilauksen. Lopuksi tilaus toimitetaan välittömästi asiakkaalle. Prosessista tehdään mahdollisimman nopea pyrkimällä tuottamaan jatkuva, pysähtymätön virtaus. (Liker 2006, 90.)

Tuotannon virtauttamisella parannetaan laatua ja tuottavuutta sekä lyhennetään läpäisyaikaa. Virtaus tuo esille tuotannon kehittymismahdollisuuksia tuomalla näkyviin siihen liittyvät ongelmat. Tuotanto ei toimi, ennen kuin ongelmat saadaan ratkaistua mutta kehitys pysyy jatkuvana. Näin ollen laadunvarmistus ja ongelmanratkaisutavat tulee rakentaa prosessiin. (Kouri 2010.)

Tuotannon virtauttaminen tapahtuu käytännössä pienentämällä eräkojoja ja lyhentämällä asetusajoja sekä poistamalla välivarastot kokonaan. Lisäksi selkiytetään materiaalivirtaa, luodaan tuotannolle selkeä rytmi ja tiivistetään layoutia. Kaikki nämä toiminnot tuovat esiin lisää poistettavia, virtausta häiritseviä ongelmia. Yhden työpisteen sijaan tulee suunnitella ja ohjata koko arvovirtaa. (Kouri 2010.)

Kourin (2010) mukaan jatkuvan virtauksen hyötyjä ovat

- laaduntuottokyvyn rakentaminen prosessiin
- joustavuus asiakastarpeiden suhteen erilaisilla tuotevariaatioilla
- tuottavuuden kehittyminen
- lattiatilan vapautuminen
- turvallisuuden kehittyminen
- vastuunoton ja moraalin parantaminen
- varastojen pieneneminen, josta vapautuu pääomaa
- ei arvoa tuottava työ vähenee.

2.3.3 Value Stream Mapping (VSM)

Value Stream Mapping eli arvovirtakuvaus on Toyotan tehtailla Japanissa alkunsa saanut Lean-työkalu, jolla kartoitetaan tarkasti tuotannon arvovirta eli toimintojen ketju asia-

kastilauksen saamisesta sen toimittamiseen asiakkaalle. Arvovirtakuvauksella kartoitetaan yhden tuotteen tai tuoteperheen prosessin virtaus graafisena esityksenä. Tavoitteena on havaita ongelmat, pullonkaulat ja hukan lähteet arvovirrassa. Jatkuvan virtauksen pysäyttävät keskeneräisten töiden varastot tulisi mahdollisuuksien mukaan poistaa. Valitulle tuotteelle piirretään ensin yhdelle lomakkeelle nykytilankuvaus kaikista prosessin toiminnoista. Nykytilankuvauksesta etsitään hukat ja ongelmat ja ne pyritään poistamaan toiselle lomakkeelle suoritettavaan tulevaisuudenkuvaukseen. Lopuksi laitetaan paranneltu arvovirta tulevaisuudenkuvauksesta täytäntöön. (Väisänen 2013.)

Asetusaikojen nopeuttaminen on osa arvovirtakuvausta, vaikka pääasiassa siinä keskitytään läpäisyajan lyhentämiseen. Kuitenkin pikkutarkalla toimintojen kartoittamisella saadaan karsittua asetustyöstäkin turhat vaiheet pois.

2.3.4 5S

5S on Japanissa alkunsa saanut menetelmä, joka pyrkii poistamaan hukkaa eli arvoa tuottamatonta toimintaa työpaikalla parantamalla sen siisteyttä ja järjestystä. 5S koostuu viidestä eri vaiheesta:

1. Seiri (lajittele) – Säilytä vain työn kannalta välttämättömät tavarat ja luovu turhista.
2. Seiton (järjestä) – Järjestele jäljelle jääneet tavarat siten että kaikelle on oma paikkansa ja kaikki ovat paikallaan.
3. Seiso (puhdist) – Pidä huolta työpisteiden siisteydestä.
4. Seiketsu (standardoi) – Vakioi toimivat ohjeet ja järjestelmät kolmen ensimmäisen vaiheen ylläpitämiseksi.
5. Shitsuke (ylläpidä) – Ylläpidä hyväksi havaittuja standardeja ja paranna toimintaa jatkuvasti.

Näitä vaiheita noudattamalla saadaan aikaan jatkuva parannusprosessi työympäristölle kun taas ilman 5S:ää hukkaa voi kasaantua vuositolkulla. (Liker 2006, 150.)

2.3.5 JOT-tuotanto

Myös JOT-tuotanto eli juuri oikeaan tarpeeseen -tuotanto on luotu Toyotan tuotantojärjestelmän pohjalta. Monien muiden Lean-työkalujen tapaan JOT perustuu hukan eliminomiseen sekä virheettömän tuotannon tavoitteluun. Jo nimestä voidaan päätellä JOT-tuotannon perustuvan juuri oikeaan tarpeeseen suunnattuun tekemiseen, eikä mitään valmisteta ennen tilausta. Tällä tavalla varastot pysyvät pieninä. JOT-tuotanto on tarkasti suunniteltua ja ajoitettua, jonka lisäksi sitä pyritään selkeyttämään muun muassa asetusajkojen lyhentämisellä. (Peltonen 1998.)

2.4 Tuotantojärjestelmän joustavuus

Joustavuus on keskeinen tekijä asiakkaiden tyytyväisyyden takaamiseksi. Kun valmistus on asiakastilauksiin perustuvaa, asetustekniikan tulee olla riittävän kyvykästä pienten eräkokojen taloudellisen kannattavuuden ylläpitämiseksi. Tuotantojärjestelmän joustavuus voidaan jakaa tuotejoustavuuteen, operatiiviseen joustavuuteen ja muunneltavuuteen. (Lapinleimu ym. 1997, 62.)

Tuotejoustavuuden perusvaatimuksena ovat monipuoliset tuotantokoneet. Tuotteita tulisi kyetä valmistamaan laajoina osaperheinä ja samankaltaisten osien eri muunnelmien valmistus pitäisi olla helposti toteutettavissa. Jotta tuotanto olisi operatiivisesti joustavaa, pienet erät pitäisi onnistua valmistamaan laadukkaiden asetustekniikoiden voimin. Tuotantojärjestelmän operatiivista joustavuutta lisäävät myös hyvä tuotannon ohjattavuus ja kuormitushuippujen suorittamisen mahdollistava reservikapasiteetti. Tuotteiden kehittyessä järjestelmän tulee olla kykenevä toteuttamaan muutoksia kokoneiden tuotteiden valmistus ja samalla kehittyä itse pitkäjänteisesti. (Lapinleimu ym. 1997, 62–63.)

3 ASETUKSET

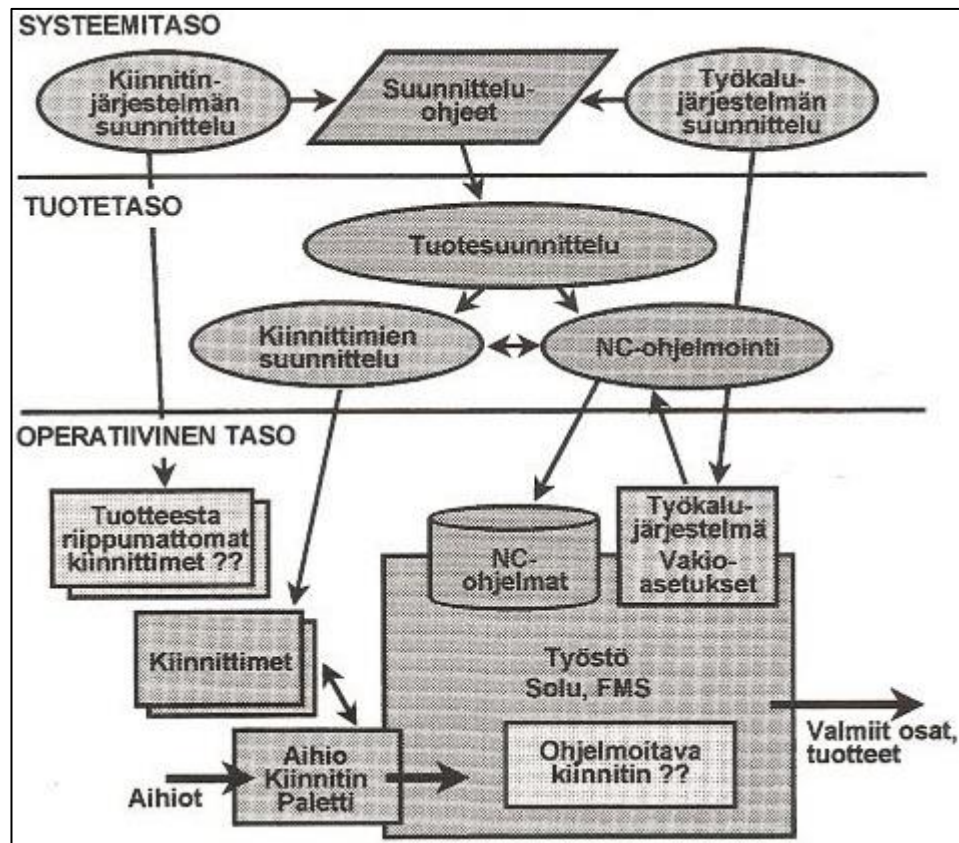
Asetusaika on työpisteellä tuotteesta toiseen vaihdettaessa kuluva aika. Asetustyö koostuu kiinnittimien, työkalujen, ohjelmien ja raaka-aineiden vaihdosta sekä muista tuotantoerän aloittamisen aikaansaamiseksi vaadituista toimenpiteistä. Asetusaikojen lyhentäminen on edellytyksenä entistä pienempien eräkokojen valmistukseen. (Haverila ym. 2009, 406.)

Tuotteen vaihtoon kuluvan ajan minimoimiseksi asetukset tulisi olla mahdollisimman hyvin valmisteltuja jo ennen tuotantokoneen pysäyttämistä. Valmistusyksikön jatkuvan käynnin ylläpitämiseksi asetustyötä voidaan limittää jalostavan työn aikana tapahtuvaksi. Joustavilla tuotantokoneilla ja vakioimisella saadaan vähennettyä asetusten vaihtotarvetta. (Lapinleimu ym. 1997, 60.)

3.1 Asetusaikojen lyhentäminen

Asetusten vakiointi lyhentää huomattavasti asetusaikaa. Vakioasetus on tekniikka, jossa työkalut ovat koneen makasiinissa aina samalla paikalla. Vakioasetusten hyödyntäminen edellyttää työstökoneelta tarpeeksi suurta työkalumakasiinia. Työkalut löytyvät omalta ohjelmointipaikaltaan työkalukirjastosta eikä ylimääräiseen etsimiseen mene aikaa. Tuotteet tulisi suunnitella vakioapaikoillaan olevilla työkaluilla valmistettavaksi. Ohjelman nollakohdan pysymiseksi vakiona voidaan paikoittaa kiinnittimet standardikohdista paletille. Myös kiinnityskohtia pyritään standardisoimaan ja mekanisoimaan mahdollisuuksien rajoissa, jolloin hienosäätöön ei kulu aikaa. (Lapinleimu ym. 1997, 61.)

Kuvassa 5 on kiteytetty asetusaikojen lyhentäminen systeemi-, tuote- ja operatiivisella tasolla. Työkalujärjestelmää tulisi kehittää vakioasetuksiksi ja tuotteet suunnitellaan vakioapaikoilla olevilla työkaluilla valmistettaviksi. Kiinnitinjärjestelmää pitäisi viedä suuntaan, jossa kiinnittimet olisivat tuotteesta riippumattomia ja ohjelmoitavia, jolloin kiinnittimiä ei tarvitsisi vaihtaa. Tämä olisi kuitenkin nykyisillä kiinnitintekniikoilla liki mahdotonta toteuttaa taloudellisesti järkevästi, joten kiinnittimien vaihto on tavanomainen toimenpide. Kiinnittimien vaihtaminen on mahdollista toteuttaa jalostavan työn aikana esimerkiksi paletinvaihtojärjestelmällä varustetuilla koneistuskeskuksilla. Työstettäessä toista palettia, toisella paletilla tapahtuu kiinnittimien vaihto. (Lapinleimu 2001, 131–132.)



Kuva 5. Asetusaikojen lyhentäminen teoriassa (Lapinleimu 2001, 132).

Asetusten automatisointia tulisi harkita, jos se on järkevää toteuttaa sekä taloudellisesti että teknisesti. Ohjelmien vaihto työstökeskuksissa saadaan automatisoitua tietotekniikan avulla. Vaihtotiedot voidaan välittää tuotteen mukana kulkevalla koodin kantajalla tai RFID:llä eli saattomuistitekniikalla. Myös nollakohtien hakemisen ja muiden asetytyössä tapahtuvien säätöjen automatisointimahdollisuuksia kannattaa selvittää. (Lapinleimu 2001, 131–132.)

3.1.1 RFID

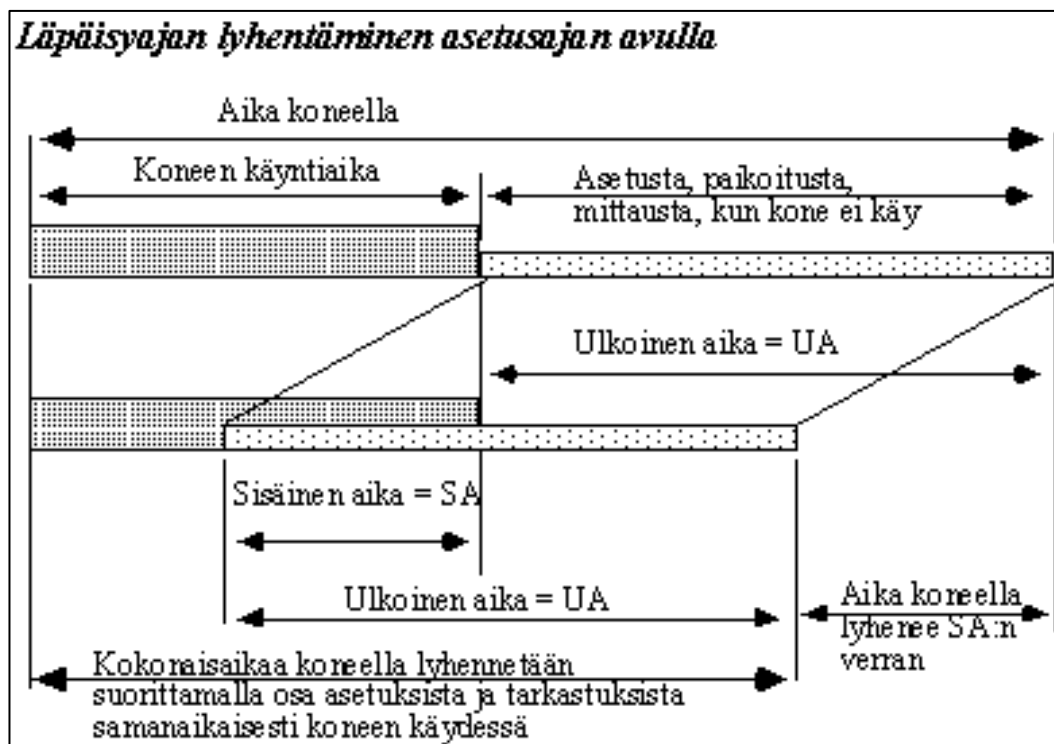
RFID (Radio Frequency Identification) eli saattomuisti tarkoittaa radiotaajuuksilla toimivia tekniikoita, joilla haluttu kohde yksilöidään, havainnoidaan tai tunnistetaan RFID-tunnisteen ja RFID-lukijan avulla. RFID-tunnisteet ovat langattomia muistilaitteita, joihin tallennetaan tieto, ne kiinnitetään tuotteeseen ja luetaan RFID-lukijalla. Lukijalta tiedot välitetään taustajärjestelmiin. RFID- ja viivakooditekniologia ovat samankaltaisina hyvin verrattavissa keskenään. RFID-tekniologian etuina viivakooditekniologiaan nähden tunnistus

voi tapahtua ilman suoraa katsekontaktia RFID-tunnisteeseen, tunnisteen sisältö on muutettavissa ja tunnistet kestävä paremmin vaikeita olosuhteita. (RFID Lab Finland ry 2016.) Asetusaikojen nopeuttamiseen RFID-teknologiaa voidaan käyttää esimerkiksi työkalujen asetusmittojen viemiseen koneelle.

3.1.2 SMED

Single-digit Minute Exchange of Die eli SMED on japanilaisen Shigeo Shingon luoma menetelmä, jonka avulla on tarkoitus lyhentää asetusaikaa ja mahdollistaa eräkokojen pienentäminen. SMED-työkalulla voidaan järkeistää säännöllisesti toistuvien pienten ja keskisuurien erien tuottaminen koneistuksessa. Menetelmänä SMED on pikkutarkka ja sen tavoitteena on kasvattaa koneaikaa asetus aikaan nähden. Shigeo Shingon kahdeksanosainen SMED-menetelmä asetus aikojen lyhentämiseen:

1. Sisäinen ja ulkoinen asetus aika: Asetusaikaa analysoidessa se jaetaan kahteen osaan.
 - Sisäinen asetus aika tapahtuu koneiden ollessa pysähdyksissä. Asetusten tekijän tulisi pystyä tekemään ne poistumatta työpisteeltä, jotta koneet saadaan nopeasti takaisin käyntiin. Sisäistä asetus aikaa tulisi käyttää vain, jos se on välttämätöntä.
 - Ulkoinen asetus aika tapahtuu koneiden ollessa käynnissä. Se koostuu edellisen erän aikana etukäteen tehtävistä asetuksista, kuten työkalujen, raaka-aineiden ja kiinnittimien käyttökunnon varmistamisesta. Ulkoista asetus aikaa tulisi käyttää aina kun se on mahdollista.
2. Koneajan ja asetus ajan limitys: Sisäisistä asetuksista tulisi yrittää siirtää kaikki mahdollinen ulkoisiksi asetuksiksi. Työtä voidaan tehostaa jopa 30-50%, mikäli työkaluihin liittyvät asetukset ja raakamateriaalin järjestely suoritetaan jo edellisen työvaiheen aikana koneiden käydessä. (Kuva 6.)



Kuva 6. Läpäisyajan lyhentäminen siirtämällä sisäisiä asetuksia ulkoisiksi (Peltonen 1998).

3. Standardityökalut: Nykyään on tarjolla standardoituja pikakiinnitystyökaluja nopeuttamaan asetustyötä.
4. Kiinnitysten suunnittelu: Jo suunnitteluvaiheessa voidaan karsia ylimääräisiä työvaiheita pois ja varmistetaan tuotteen sopiminen kiinnittimeen.
5. Esiasetetut kiinnittimet: Koneiden työstäessä edellistä työtä voidaan seuraavaa erää valmistella kiinnittämällä kappaleet esiasetettuun kiinnittimeen. Näin saadaan tehtyä erien välinen kappaleenvaihto nopeasti.
6. Samanaikaiset työtehtävät: Yhdistetään kaksi työvaihetta, jos mahdollista. Esimerkiksi suunnitellaan suuri kappale kiinnitettäväksi samalta puolelta, jolloin ei tule tarvetta edestakaiselle liikkumiselle puolelta toiselle.
7. Hienosäädön poisto: Tavallisesti hienosäätöön kuluu suurin osa asetusajasta. Asetettavaa kappaletta siirretään vaihteittain lähemmäs lopulliseen asemaansa ja

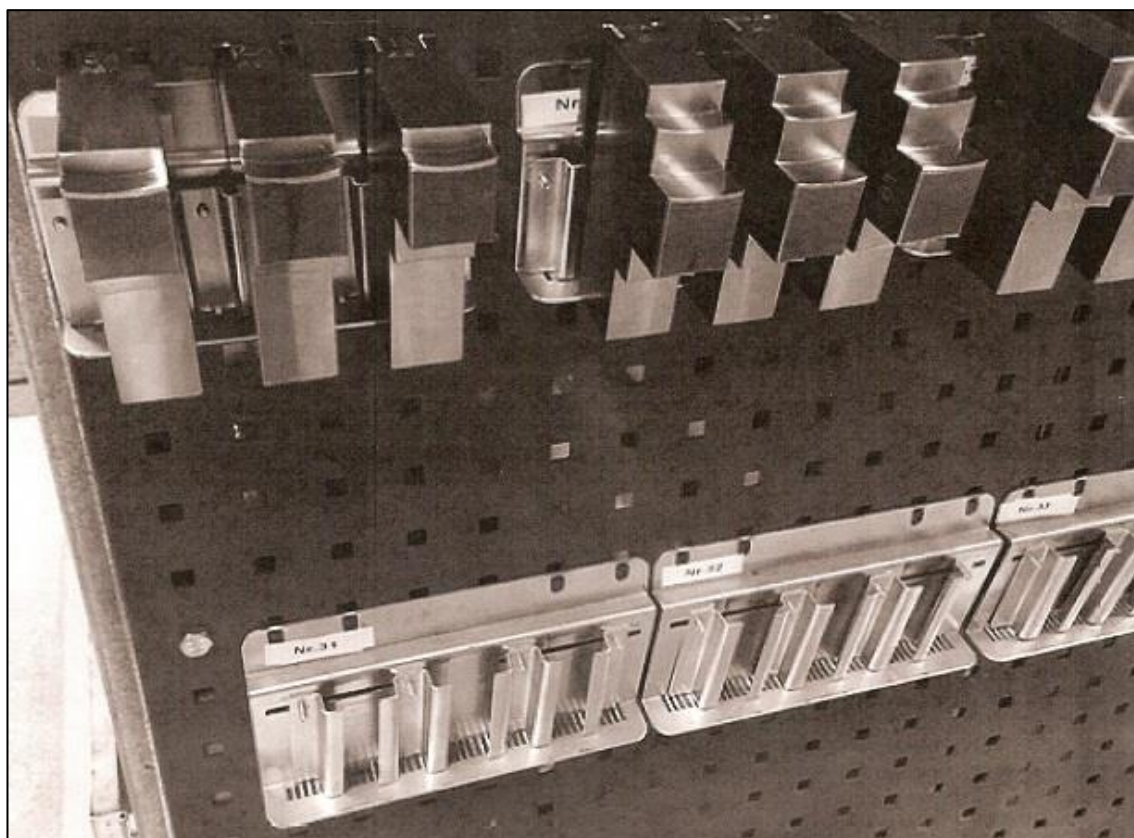
viimeisenä vaiheena hienosäädetään paikalleen millimetrien etäisyydeltä. Hienosäätöä voidaan karsia mekaanisilla ohjaimilla ja automaatiolla.

8. Mekanisointi: Kiinnitykset voidaan saada aikaan useista kohdista samanaikaisesti pneumaattisilla tai hydraulisilla pikakiinnittimillä. (Peltonen 1998.)

4 TOIMENPITEET JA PARANNUSEHDOTUKSIA

4.1 Järjestys ja siisteys

Koneistusosastolla järjestyksessä olisi parantamisen varaa. Usein tarvittavien käsityökalujen säilytystä voitaisiin siirtää lähemmäs koneita. Käsityökalut lojuvat milloin missäkin pöydällä ja vanha säilytyspaikka on laatikostoissa, joista etsimiseen ja kaiveluun kuluu aikaa. Tätä varten toteutettiin uusi työkaluseinä sijoitettuna osaksi sorvauskeskuksen vieressä olevaa pöytää. Malleina työkaluseinään käytettiin kuvia saman konsernin ruotsalaiselta tehtaalta. Kuvassa 7 näkyy mallina toimiva seinä säilytystelineineen ja selkeine osoitelappuineen.



Kuva 7. Malli työkaluseinälle.

Yrityksen siisteydessä ja järjestyksessä tulisi ottaa askel eteenpäin 5S-ohjelmien avulla. Enempää toimenpiteitä ei vielä opinnäytetyön puitteissa aloiteta, joten olen koonnut mahdollisia ratkaisuja 5S:n hyödyntämiseen.

Ensimmäiseksi tulisi erotella kaikki tarpeeton tavara tarpeellisen joukosta. Tuomisen (2010, 27.) mukaan hyvä keino tähän vaiheeseen olisi merkitä lapuilla kaikki tavarat, joiden tarpeellisuus tulee määrittää. Tarpeellisuuden lisäksi tulisi miettiä onko kyseistä tavaraa oikea määrä, sijaitseeko se oikeassa paikassa ja kuinka usein sitä käytetään. Lapuilla voidaan yksilöidä tavarat numeroimalla ja luokittelemalla ne ja niihin voidaan kirjoittaa syitä laputukselle, kuten viallisuus tai huono sijainti. Lopuksi tavarat arvioidaan ja niiden tarpeellisuuden mukaan tehdään ratkaisu säilyttämisestä, uudelleen sijoittamisesta tai hävittämisestä.

Jäljelle jääneille tavaroille järjestellään uudelleen varastointi. Tavaroiden uusi paikka tulisi osoittaa visuaalisesti selkeillä merkinnöillä ja tavarat itsessäänkin voidaan merkitä numeroinnilla tai vaikkapa värillisillä teipeillä. Esimerkiksi vasaran paikan ollessa koukuissa seinällä, voidaan sen ääriviivat maalata seinään, jolloin käytön jälkeen sille löydetään aina oma paikkansa. Tavaroiden uusi sijainti tulisi suunnitella mahdollisimman lähelle paikkaa, jossa niitä käytetään. Eniten käytettävät tavarat sijoitetaan helpoiten ulottuville käsien korkeudelle ja harvemmin käytettävät vaikkapa alimmille tai ylimmille hyllyille. Kun kaikilla tavaroilla on omat paikkansa, ne dokumentoidaan luetteloon, jota voidaan pitää löytämistä helpottavana tarkistuslistana.

Koneistusosastolle kertyy paljon pölyä, joka voi aiheuttaa virhettä optisissa laitteissa, haitata tuotteiden ja koneiden toimintaa sekä huonontaa työympäristön viihtyvyyttä. Siivoukselle tulisi kehittää säännöllisesti toistuvat rutiinit ja koneiden puhdistuksen yhteydessä sen voisi yhdistää kunnossapitoon.

Jotta hyväksi havaitut uudistukset erottelussa, järjestelyssä ja siivouksessa jäisivät pysyviksi, ne tulisi standardoida. Jos hyvien toimintatapojen ylläpitäminen jätetään välistä, ollaan nopeasti takaisin lähtöruudussa sekavassa työympäristössä. Lisäksi tulisi pitää huoli standardien selvyydestä kaikille työntekijöille, jolloin asiat tehtäisiin samalla tavalla ja toimintaa kehitettäisiin edelleen koko henkilökunnan voimin.

4.2 RFID:n käyttöönotto

RFID-teknologian soveltuvuutta yrityksen tuotantoon kannattaisi testata. Yksi kehityskohde olisi työkalujen mittatietojen siirto esiasetuslaitteen tuotantokoneen välillä työkaluun liimattavan RFID-tunnisteen avulla. Tällä hetkellä tiedot joudutaan lisäämään manuaalisesti, joten RFID-lukijan nopea tietojen luku tunnistesta lyhentäisi asetusaikaa.

RFID-tunniste eli tägiksi kutsuttu mikrosirun ja antennin sisältävä pieni osanen liimattaisiin työkalun sivuun, jossa se säilyy koko työkalun elinkaaren ajan. RFID-lukija voidaan sijoittaa työkalunvaihtajaan. RFID-tekniikalla saadaan työkalusta mittatietojen lisäksi ylläpidettyä seuranta sen elinkaaren vaiheesta ja sijainnista. Näin ollen loppuun kulutettu tai rikkiäinen työkalu kyetään vaihtamaan juuri oikealla hetkellä. Inventaarion pitäminen helpottuisi valtavasti, jos kaikista työkaluista pystyttäisiin pitämään seuranta koko ajan saattomuistin avulla. Myös inhimilliset virheet työkalun tietojen näppäilyissä pystytään karsimaan pois. Balluff on RFID-alan johtava yritys ja heidän esitteessään (Liite 1.) on kuvattu saattomuistin parantavan tuottavuutta merkittävästi. Esitteen perusteella investointi RFID-tekniikkaan ja sitä tukevaan esiasetuslaitteeseen järjestelmiseen maksaisi itsensä nopeasti takaisin. (Balluff 2014.)

Ylimääräiseen mittasäätöön kuluva aika voitaisiin vähentää hankkimalla optisesti mittaava esiasetuslaite. Esimerkiksi Linna Trade Oy toimittaa Suomessa m.conti -esiasetuslaitteita, jotka sopisivat RFID-tekniikan käyttöönottoon ja vaatiikin toimiakseen Balluff-järjestelmän. (Linna Trade Oy 2017). Työssä esiteltyjen sorvauskeskusten valmistaja Mazak tukee Balluffin RFID-järjestelmiä, joten heiltä voisi tiedustella käyttöönotosta heidän valmistamiinsa koneisiin. (Balluff 2017).

4.3 Nykyisten asetusten uudistaminen

Sandvik Coromant tarjoaa pikavaihtotyökaluja sorvauskeskuksiin, jotka nopeuttaisivat huomattavasti asetustentekoa. Niiden ominaisuuksiin kuuluvat muun muassa erilaisten mittausten helpottaminen, työkalujen ja terien nopea vaihtaminen sekä työkalupaikkojen lisääminen kaksi työkalua kerrallaan kiinnittävällä yksiköllä. Työkalupaikkojen määrää nostamalla suurempi osa kappaleista voitaisiin koneistaa vähemmällä työkalunvaihdolla. (Sandvik Coromant 2012.)

Varjopuolena näiden monien asetusajkoja lyhentävien ominaisuuksien käyttöönotto vaatisi kokonaisen Coromant Captor -järjestelmän asentamisen koneeseen. Tällaisen järjestelmän hankkiminen joihinkin koneisiin on tällä hetkellä harkinnassa Polarteknikin tulevaisuudensuunnitelmissa.

Nykytilassa työkalumakasiinien koko ei aivan riitä ja työkaluja joudutaan vaihtamaan usein. Vakioasetustekniikkaa ei siis päästä täysin hyödyntämään. Ihanteellisessa vakioasetustekniikassa työkalut ovat aina omalla paikallaan makasiinissa ja niitä ei

tarvitse vaihdella. Yrityksen tuotekehityspuolella pohditaankin jo nykyään jatkuvasti, mikäli työstössä käytettävien työkalujen määrää saataisiin supistettua suunnittelemalla ja parantelemalla tuotteita uudelleen.

Työkalun vaihtaminen on usein välttämätöntä jo koneilla valmistettavien osien suuren määrän vuoksi. Tämä hankaloittaa myös asetusaikojen nykytilan tarkempaa kartoitusta, koska seuraavat tuotteet työjonossa vaihtelevat asiakastilauksien mukaan ja välillä joudutaan vaihtamaan työkaluja kun taas toisella kertaa sille ei ole tarvetta. Tämän takia työssä ei ole tehty tarkempaa nykytilan kokonaistutkimusta, mutta sitä voitaisiin kartoittaa paremman ajan kanssa AviX SMED -ohjelman avulla.

AviX on videointiin perustuva ohjelmisto, jonka tarkoituksena on auttaa yrityksiä tuotannon, tuotteiden ja näihin liittyvien prosessien kehittämisessä. AviX-työkalulla analysoidaan ja tutkitaan tuotantoa visuaalisesti videoiden ja kuvien avulla. Cimteam Oy on AviX-tuotteiden toimittaja Suomessa. (Cimteam Oy 2017.) AviX-ohjelmistoa onkin jo otettu käyttöön osassa Polarteknikin tuotantoa, joten tutun työkalun käyttöönotto koneistusosastolla olisi luonnollista jatkumoa yrityksen toimintojen kehittämiseksi.

4.4 AviX SMED

AviX-ohjelmistotyökalu sisältää useita moduuleja, joista AviX SMED on tarkoitettu asetusten nopeuttamiseen. Ohjelmalla pystytään lähestymään SMED-menetelmään visuaalisesti, eikä se vaadi käyttäjältään juurikaan aiempia erityistietoja tai -taitoja. Asetukset videoidaan, jolloin mitään vaiheita ei unohdu analysoinnista. Videon pituudesta nähdään asetukseen kulunut aika. Avix SMED -työkalulla on helppo havainnoida eri työvaiheiden sisältö ja herättää keskustelua mahdollisista parannuksista. Asetuksia voidaan siirtää ohjelmalla suoraan sisäisistä ulkoisiksi. Ohjelma luo automaattisesti tulostettavat työohjeet asetuksista, joilla voidaan helpottaa parhaaksi katsottujen työtapojen vakiointia. (Solme AB 2015.)

4.5 Pienempiä uudistusideoita

Aiemmin koneistajien kanssa käytyjen keskustelujen perusteella kävi ilmi, että eräitä erikoistyökaluja voitaisiin hankkia yhdet kappaleet lisää. Näissä tapauksissa työkalu on ollut käytössä työstössä mahdollisesti toisella operaattorilla ja seuraavaa erää ei saada

valmisteltua täysin ilman tätä työkalua. Näin ollen työkalun saamista pitää odottaa ja se saatetaan joutua valmistelemaan loppuun koneiden ollessa pysähdyksissä. Kyseinen ongelma korjaantui työn aikana itsestään, koska näillä erikoistyökaluilla valmistettavien osien tuotanto lopetettiin. Jatkossa vastaavanlaisissa tilanteissa lisää työkaluja hankitaan heti tarpeen tullessa ilmi.

Joidenkin käsityökalujen löytämisessä on ilmennyt hankaluuksia ja näitä on jouduttu etsimään eri työpisteiltä. Tämä saataisiin korjattua hankkimalla riittävä määrä kyseistä työkalua ja osoittamalla näille selkeä varastopaikka. Ongelma korjaantuisi kuin itsestään perusteellisella 5S-ohjelman toteuttamisella koneistusosastolla. Perusteelliselle järjestykselle työpisteillä nähtiin tarvetta myös koneistajien mielestä. 5S-ohjelmien täytäntöönpano saattaisi sekoittaa toimintaa alkuun, koska tavarat eivät löytyisi entiseltä paikaltaan. Kuitenkin pitämällä huolta uusien paikkojen vakioinnista, 5S:stä olisi varmasti suuri hyöty pidemmällä aikavälillä.

5 YHTEENVETO

Asetusaikojen lyhentäminen koneistuksessa oli aiheena mielenkiintoinen ja siihen olisi ollut hienoa tutustua tarkemmin lisää. Opinnäytetyössä olikin haastavinta saada laaja aihe rajattua siihen käytetyn ohjeistetun tuntimäärän puitteisiin. Työ avarsi varsin perusteellisesti valmistavan teollisuuden tuotannon toimintaa käytännössä ja sen tehostamiseen liittyvää teoriaa.

Minulla ei ollut aiempaa käytännön kokemusta koneistuksesta eikä tuotannon suunnittelusta, joten teoriaa täytyi lukea paljon päästäkseen aiheeseen sisään. Opiskelujen aikana syntyneestä tietopohjasta sekä aiemmasta työskentelystä Polarteknik Oy:n pneumatiikkaosastolla oli kuitenkin hyötyä työn edistymisessä. Toimenpiteet tehtaalla jäivät hieman odotettua pienemmäksi osaksi työtä rajatun ajan vuoksi, joten suurin osa aikaansaannoksista jäi parannusehdotuksiksi tulevan varalle.

Koneistusosastolla suoritettavista asetuksista oli vaikea löytää pientä parannettavaa. Esimerkiksi sorveissa kiinnitykset tapahtuvat tehokkaasti mutterinvääntimiä käyttäen. Useimmat löydetyt ongelmakohdat vaatisivat suurempia muutoksia tuotannossa ja järjestyksessä, joten parannusehdotukset keskittyivät enemmän näiden ratkaisemiseen.

Polarteknikillä otettiin työn tulokset hyvin vastaan. Parannusehdotusten mukaisia muutoksia koneiden järjestelmissä, uusien teknologioiden käyttöönottoa sekä 5S-ohjelmilla toteutettua perusteellista järjestelyä harkitaan tulevaisuudessa. Nämä toteutettaneen vaiheittain yksi kerrallaan, koska suuremmat muutokset vievät paljon resursseja. Uudistusten käyttöönotto vaatii runsaasti työssä esiteltyjä katsauksia enemmän tutkimuksia ja kustannuslaskelmia aiheista.

LÄHTEET

Balluff 2014. RFID Machine Tool Identification. Viitattu 4. 26 2017
<http://www.diamondt.com/wp-content/uploads/2014/01/RFID-Machine-Tool-Identification-Brochure.pdf>.

Balluff 2017. Tool ID Upgrade. Viitattu 26. huhtikuuta 2017
<http://www.balluff.com/en/de/solutions-and-technologies/tool-id/tool-id-upgrade/>.

Cimteam Oy 2017. AviX. Viitattu 3. toukokuuta 2017 <http://www.cimteam.fi/avix.php>.

Haverila, M.; Uusi-Rauva, E.; Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. Kuudes painos ed. Tampere: Infacs Oy.

Kouri, I. 2010. Lean Management. Viitattu 12. huhtikuuta 2017
http://projektit.tredea.fi/@Bin/42650/Lean_Kouri.pdf.

Lapinleimu, I. 2001. Ideaalitehdas. Toinen painos ed. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu, Tuotantotekniikan laitos.

Lapinleimu, I.; Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Ensimmäinen painos ed. Porvoo: WSOY.

Liker, J.K. 2006. Toyotan tapaan. Ensimmäinen painos ed. Helsinki: Readme.fi.

Linna Trade Oy 2017. Esiasetuslaitteet. Viitattu 23. huhtikuuta 2017
<http://www.linnatrade.fi/esiasetuslaitteet.php>.

Peltonen, A. 1998. Tuottava tehdas. Viitattu 1. huhtikuuta 2017
<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas7.html>.

Peltonen, A. 1998. Tuottava tehdas. Viitattu 13. huhtikuuta 2017
<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas6.html>.

Polarteknik Oy 2017. Polarteknik Oy. Viitattu 10. helmikuuta 2017
<https://www.polarteknik.fi/door-systems/>.

Polarteknik Oy 2017. Polarteknik Oy. Viitattu 23. maaliskuuta 2017
<https://www.polarteknik.fi/contact/>.

RFID Lab Finland ry 2016. Mitä on RFID. Viitattu 26. huhtikuuta 2017 <http://www.rfidlab.fi/rfid-teknologia/mita-on-rfid/>.

Sandvik Coromant 2012. Sandvik Coromant. Viitattu 2. toukokuuta 2017 <http://www.sandvik.coromant.com/sitecollectiondocuments/downloads/global/technical%20guides/fi-fi/c-2929-081.pdf>.

Solme AB 2015. Avix SMED. Viitattu 3. toukokuuta 2017 <http://www.avix.eu/en/our-products/avix-smed/>.

Tuominen, K. 2010. Tehoa ja laatua siisteyden ja järjestyksen kehittämiseen - 5S. Ensimmäinen painos ed. Helsinki: Readme.fi.

Väisänen, J. 2013. Quality Knowhow Karjalainen. Viitattu 13. huhtikuuta 2017 <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/vsm-value-stream-mapping-arvovirtakuvaus/>.

Liitteet

Balluff-esite RFID-tekniologian käyttöönnotosta. (Balluff 2014).

Balluff Industrial RFID Manage your tools and increase your productivity

Today's machining centers and systems are designed to provide maximum productivity with minimum downtime and scrap. Balluff's industrial RFID-based Tool ID allows you to take full advantage of today's advanced machining center capabilities to maximize your investment and productivity. Balluff's Tool RFID methodology removes human error from the process to reliably automate the exchange of tool data between presetter and machine to create a truly visible closed loop production system. Now each tool carries its individual data such as tool life, tool chain pocket location, and offset data, as an individual pedigree. This prevents incorrect manually entered data from causing a loss of tool productivity, increased scrap, and in some cases, it even prevents damage to the tool or machine itself.

For over twenty years, Balluff has been helping companies like yours profit from the use of automated Tool ID. Let us show you how RFID based Tool ID can increase uptime and productivity with one of the fastest Return on Investments you can make. Automated Tool ID also opens the door to many other productivity advantages, including automatic tool tracking and tool room automation, for even greater efficiency, productivity, and profitability in your process.



Maximize tool utilization

RFID based Tool ID maximizes tool utilization by ensuring:

- Precise, up-to-date tool life information
- Accurate transfer of tool offset data
- Accurate reporting of tool data back to statistical databases
- Continuous tool tracking to maximize quality and reduce tool inventory requirements

Minimize human error

Paperless tool data transfer ensures absolutely reliable data:

- Eliminates human data entry errors
- Accurately carries data with each tool regardless of its location
- Automates transfer of data from presetter to machine
- Can recall tool data from the tool any time without the need for database look-ups

Tool Identification with Industrial RFID

Improves quality Increases efficiency

With reliable, up-to-date tool data, you can analyze the data to easily calculate costs, modernize tool quality systems and optimize tool utilization to increase productivity, maximize quality and efficiency. By storing relevant tool data with the tool, such as numbers, dimensions, tool chain pocket location and tool life, large amounts of data can be stored and moved more efficiently and without databases. This also allows the data to be moved from the presetter to machine significantly faster than any manual entry process with none of the errors, increasing machine uptime.

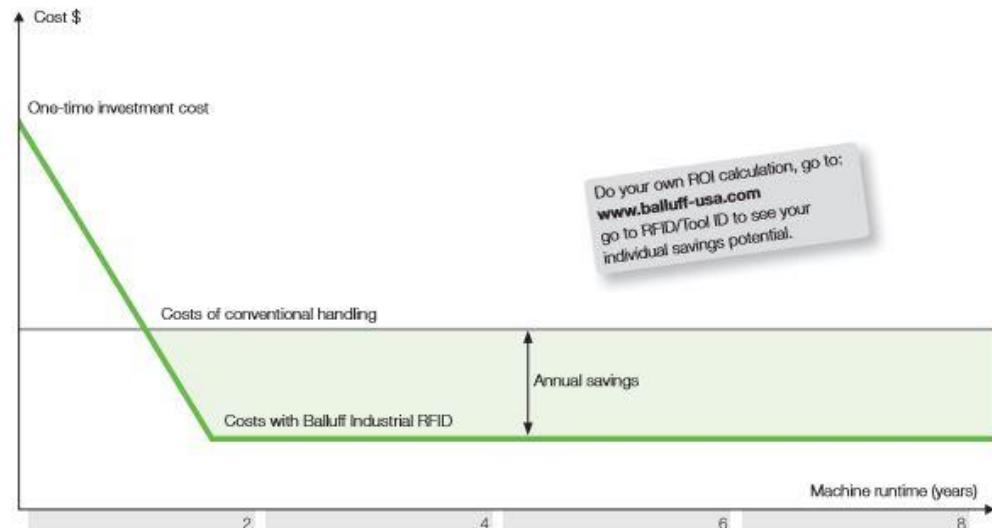


Tool Identification with Industrial RFID

Reduce costs

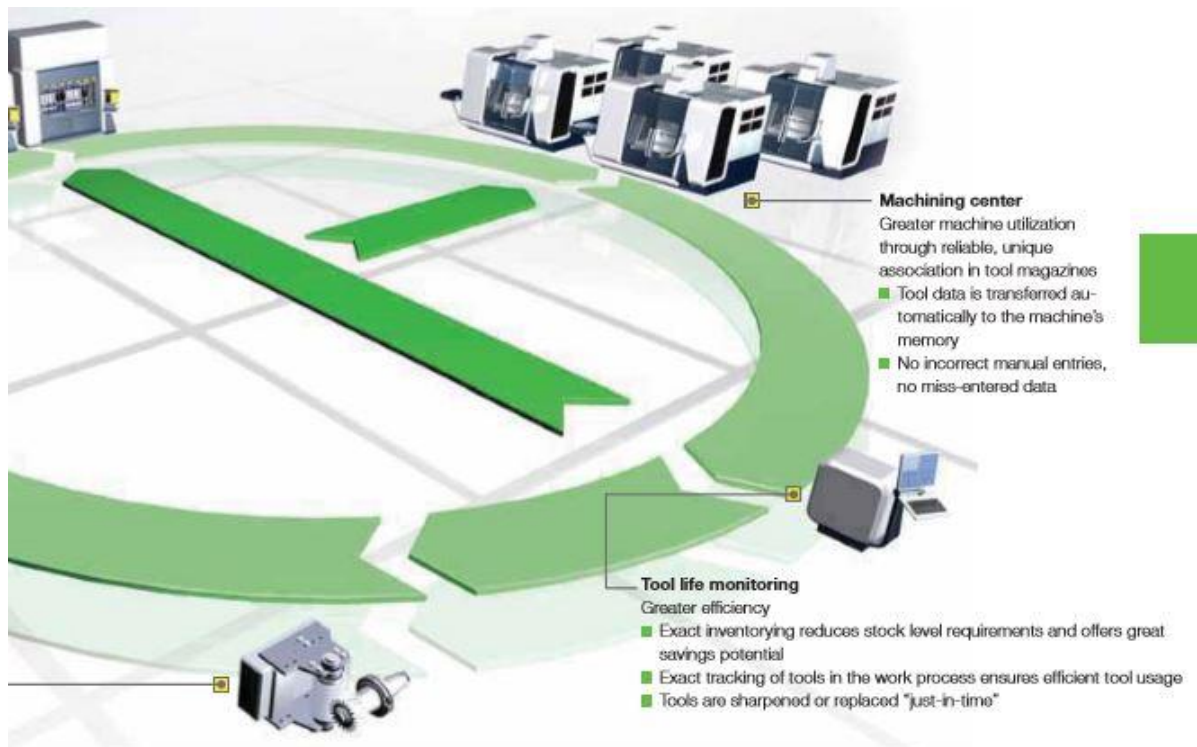
Compare Industrial RFID tool management with conventional Tool handling. Balluff can show you the tangible cost advantages of using Industrial RFID based Tool ID.

The cost and ROI calculation presumes a medium-size production facility with twelve machining centers and 1200 tools. See how the up-front purchase and implementation of Tool ID will pay for itself in a very short time.

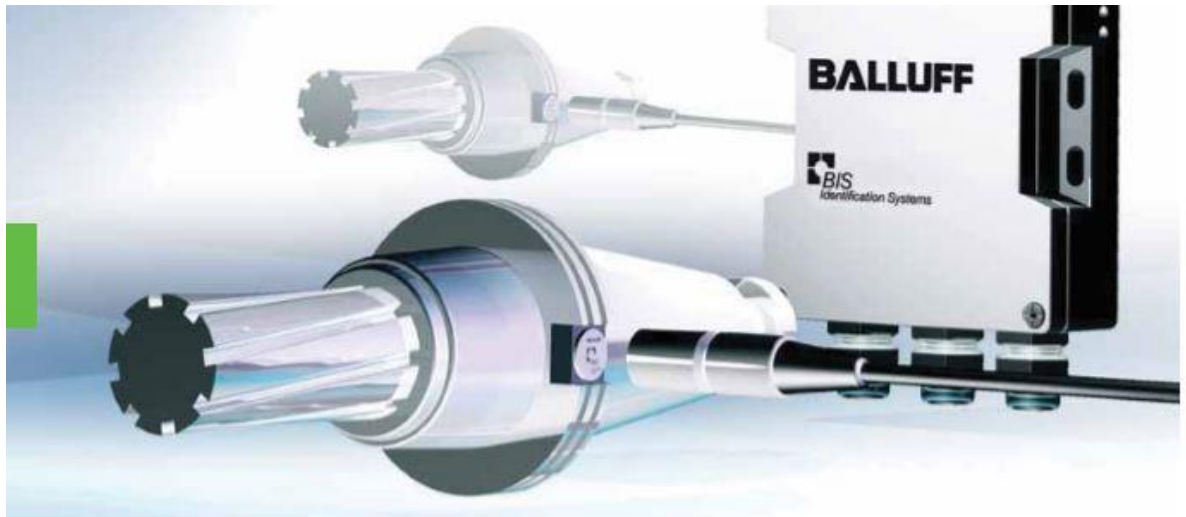


www.balluff-usa.com

BALLUFF | 3



	Handling with Industrial RFID	Conventional handling
Tool breakage	Quantity: 20 pcs./year Downtime: 10 minutes Downtime costs: Machine hourly cost Operator hourly cost = \$5/min (assumption) <hr/> = 200 min x \$5/min = \$1,000 cost/year	Quantity: 175 pcs./year Downtime: 10 minutes Downtime costs: Machine hourly cost Operator hourly cost = \$5/min (assumption) <hr/> = 1750 min x \$5/min = \$8,750 cost/year
➔ Annual savings with Balluff Industrial RFID \$7,750 (not including production downtime savings)		
Tool utilization	Avg. tool price: \$200 Tool utilization: < 92 % New tool: < 340 pcs./year Lost utilization: 8 % <hr/> = (340 pcs./year x \$200) x 8 % = \$5,440 cost/year	Avg. tool price: \$200 Tool utilization: < 65 % New tool: < 500 pcs./year Lost utilization: 35 % <hr/> = (500 pcs./year x \$200) x 35 % = \$35,000 cost/year
➔ Annual savings with Balluff Industrial RFID \$29,560		
Tool and data entry	Loading, data entry: 0.3 minutes Machine hourly rate: \$86 (\$1.43/min) Tool changing assuming 2-shift operation per machine: avg. 25 changes/day Machine operation: 250 days/year <hr/> = (0.3 minutes x 25 changes x 12 machines x 250 days/60 minutes) x \$86/h = \$32,250 cost/year	Loading, data entry: 1.3 minutes Machine hourly rate: \$86 (\$1.43/min) Tool changing assuming 2-shift operation per machine: avg. 25 changes/day Machine operation: 250 days/year <hr/> = (1.3 minutes x 25 changes x 12 machines x 250 days/60 minutes) x \$86/h = \$139,750 cost/year
➔ Annual savings with Balluff Industrial RFID \$107,500		
Total annual savings with Balluff Industrial RFID \$144,810		



Tool Identification with Industrial RFID

The system

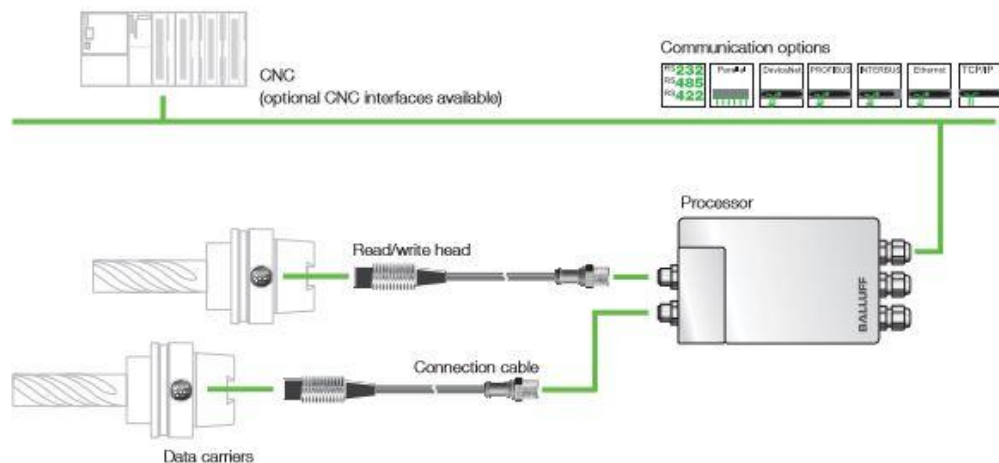
A non-contact tool identification system in today's machine tools can make an indispensable contribution to a defect-free and efficient production process.

Balluff's Industrial RFID's exceptionally reliable, rugged, and dependable inductive technology is ideal for use in the harsh industrial environment of machine tool.

Data exchange between the data carrier and read/write head is non-contact and wear-free. Data and necessary power for the data carrier are inductively coupled by the read/write head.

- The data carrier requires no battery for power
- Data transmission reliability is guaranteed by integral checking software

A wide variety of RFID data carriers (chips), read/write heads, processors and accessories are available. Balluff can help you choose the correct RFID parts based on the system capabilities required for the machine and tool holders being used. Balluff can also help provide assistance with installation of the data carriers and integration of the RFID system into your machines. Many presetter products already support or can have Balluff RFID installed, just check with your presetter supplier.



Product Identification with Industrial RFID

Traceability in manufacturing

BALLUFF
sensors worldwide

In addition to Tool ID, Balluff offers a wide variety of RFID systems for other industrial tracking and traceability applications. In fact, Balluff offers a wide variety of RFID products to help you error proof virtually any manufacturing process. Contact Balluff to see how we can help you with your RFID applications.



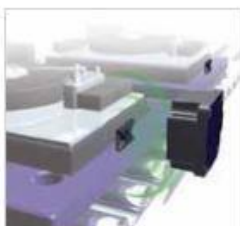
Specialty Data Carriers

90° angled data carriers for large assembly systems with several shunt points offer connection flexibility while saving changes to the line. Using a data carrier whose data is available from two 90° offset sides means the work piece data carriers do not have to be rotated for reading and writing.



Part Mounted Data Carriers

Balluff's Databolt™ data carriers are ideally suited for harsh environments. Their rugged design ensures that ID tag-enabled parts are reliably tracked in production processes where coolants or large quantities of chips are present. These tags are ideally suited for washing equipment and vacuum driers.



Mount-on-Metal

Consistent and reliable performance in any environment – regardless of the material the tag is mounted to. The small form factor of our data carriers can handle large quantities of data and provide long read/write ranges even in the toughest environments, even when mounted on metal.



Pallet Identification

The large variety of data carriers and read/write options in the Balluff Industrial RFID product offering makes pallet identification 100% reliable in virtually any application. Balluff Industrial RFID systems provide automation tracking, help prevent process interruptions, and provide process-oriented quality assurance and error proofing.

www.balluff-usa.com

Connect with us online!



Scan the QR Code to visit our social media page.



USA

Balluff Inc.
8125 Holton Drive
Florence, KY 41042
Phone: (859) 727-2200
Toll-free: 1-800-543-8390
Fax: (859) 727-4823
E-Mail: balluff@balluff.com

Canada

Balluff Canada, Inc.
2840 Argentia Road, Unit #2
Mississauga, Ontario L5N 8G4
Phone: (905) 816-1494
Toll-free: 1-800-927-9654
Fax: (905) 816-1411
E-Mail: balluff.canada@balluff.ca

Mexico

Balluff de México SA de CV
Anillo Vial II Fray Junipero Serra No. 4416
Colonia La Vista Residencial.
Querétaro, Qro. CP76232
Phone: (+52 442) 212-4882
Fax: (+52 442) 214-0536
E-Mail: balluff.mexico@balluff.com